

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-132909
 (43)Date of publication of application : 07.05.1992

(51)Int.Cl.

G01B 15/00
 H01J 37/22
 H01J 37/28

(21)Application number : 02-258369

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 25.09.1990

(72)Inventor : TAKEUCHI SUSUMU

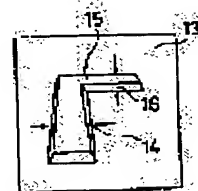
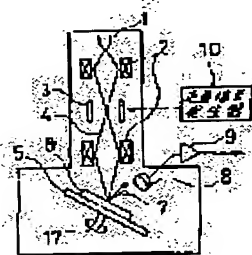
(54) SIZE MEASURING APPARATUS WITH ELECTRON BEAM

(57)Abstract:

PURPOSE: To enhance the intensity of signals of reflecting electrons, secondary electrons, X rays or the like from a sample thereby to measure the length with high accuracy by inclining a sample stage on which the sample is mounted to an axis of incidence of converged electron beams so as to scan the inclined sample in a rectangular configuration.

CONSTITUTION: A sample stage 5 having a sample 6 mounted thereon is inclined to an axis of incidence of converged electron beams 4 of the apparatus. Since the sample 6 is inclined, supposing that the inclining angle of the sample 6 is θ , the amount of signals is increased by the ratio of $1/\cos\theta$, so that the visibility of a pattern image is effectively enhanced.

The obtained pattern image is an inclined image having greater contrast. The pattern width 16 of a pattern mounted in the X and Y directions such as a semiconductor cannot be correctly measured in this state. Therefore, the sample pattern is rotated 90° or 270° by the use of a stage rotating mechanism 17. Accordingly, the intensity of signals of reflecting electrons, secondary electrons, X rays or the like from the sample 6 can be increased, thereby making it possible to measure the length with high accuracy.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of

rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

DESCRIPTION

1. TITLE OF THE INVENTION

ELECTRON BEAM SIZE MEASUREMENT APPARATUS

5 2. CLAIMS

1. An electron beam size measurement apparatus,
comprising:

an electron beam optical system that comprises
an electron beam source,
10 a lens that focuses the electron beam, and
deflection means that deflects the focused
electron beam;
a specimen stage on which a specimen is mounted;
scanning signal generating means that irradiates the
15 electron beam to a pattern on the specimen while two-
dimensionally scanning the electron beam; and
means that detects a signal generated from the
pattern, whereby in the electron beam size measurement
apparatus that determines a pattern edge from the two-
20 dimensional signal image and measures the pattern size,
wherein
the specimen stage is inclined with respect to an
incident electron beam so that intensity of a reflection
electron beam is increased, and
25 the specimen stage is arranged rotatable so that a
desired pattern on the specimen can be measured.

2. The electron beam size measurement apparatus of

Claim 1 wherein

the scanning signal generating means that gives a scanning signal to the deflection means generates a scanning signal that is expressed by

$$5 \quad \left(\frac{x}{1 + \frac{y}{D} \sin \theta}, \frac{y \cos \theta}{1 + \frac{y}{D} \sin \theta} \right),$$

assuming that a coordinate on the inclined specimen is (x, y), an inclination angle of the specimen is θ and a deflection working distance is D, and makes the scanning
10 be performed in a rectangular shape on the inclined specimen.

3. DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

[FIELD OF INDUSTRIAL APPLICATION]

15 The present invention relates to electron beam size measurement apparatuses that measures a line width and the like of a fine pattern formed on a semiconductor wafer, and in particular, relates to the higher accuracy of the measurement.

20 [CONVENTIONAL ART]

FIG. 2(a) shows a model of a conventional electron beam size measurement apparatus that is disclosed in, for example, Japanese Published Examined Patent Application No. 58-024726 and the like, and in the drawing, the
25 reference number '1' shows an electron beam source, '2' shows an electron beam focusing lens, '3' shows a deflection coil or electrode, and '4' shows an electron beam. Further, the reference number '5' shows a specimen

stage, '6' shows a specimen mounted on specimen stage 5, '7' shows signals of a reflection electron, a secondary electron, an X ray and the like that are generated by electron beam 4, '8' shows a detector of signals 7, and '9' shows an amplifier of the signals detected by detector 8. The reference number '10' shows a scanning signal generator used to deflect electron beam 4 with deflector 3 and scan the electron beam on specimen 6.

Next, with reference to FIGS. 2(b) to (d), an operation principle of the conventional art will be described. FIG. 2(b) shows a sectional view of a state where electron beam 4 is incident on specimen 6. In order to measure a line width of a pattern 11 formed on specimen 6, electron beam 4 is scanned in a direction shown by the reference number '12'. In the case a signal generated at this point of time is displayed being related to a scanning signal, a waveform as shown in FIG. 2(c) is obtained. By performing edge detection processing such as threshold value processing and maximum inclination processing with respect to the waveform signal (c), pattern edges are defined and a line width is determined. In the case this scanning 12 is two-dimensionally performed on the pattern and signal 7 is displayed two-dimensionally, a pattern image 15 can be seen within a scanning area 13 as if the pattern is viewed from a beam incident direction, as is shown in FIG. 2(d). By performing the similar edge detection processing based on the two-dimensional pattern signal image, a line

width 14 is determined. The reason why the scanning of electron beam 4 is performed not one-dimensionally but two-dimensionally is that in the case there is unevenness at the edges of the pattern due to process, the result of averaging the uneven edges can be obtained and repeatability accuracy of the measurement improves. The two-dimensional scanning signal is to be generated by scanning signal generator 10 in FIG. 2(a), and the scanning area is the rectangular-shaped area 13 shown in FIG. 2(d).

[PROBLEMS TO BE SOLVED BY THE INVENTION]

In a conventional apparatus, specimen stage 5 is located perpendicular to an incident direction of electron beam 4, and therefore the conventional apparatus has the advantage that an image as shown in FIG. 2(d) can be obtained and pattern 11 to be measured shown in FIG. 2(b) can correctly be measured since the pattern to be measured is viewed from a direction of beam 4. However, in recent years, a measurement width has become narrower according to a pattern formed on a semiconductor wafer having been finer, and therefore, high measurement accuracy has been required. Further, besides a narrower pattern width, a pattern film thickness also tends to be thinner and signal intensity also becomes lower, which is deteriorating the measurement accuracy. Therefore, much higher signal intensity is required and the measurement with the conventional apparatus becomes difficult.

The present invention has been made in order to

solve the problems described above, and has as its object to obtain an electron beam size measurement apparatus that can increase signal intensity of a reflection electron, a secondary electron, an X ray and the like from a specimen, and perform measurement with high precision.

Further, the present invention has as its object to obtain an electron beam size measurement apparatus that can perform measurement with higher precision by irradiating an electron beam correctly in a rectangular shape on an inclined specimen.

[MEANS FOR SOLVING PROBLEMS]

According to a first invention, there is provided an electron beam size measurement apparatus that inclines a specimen stage on which a specimen is mounted with respect to an incident axis of a focused electron beam, increases signal emission efficiency of a reflection electron, a secondary electron, an X ray and the like, increases signal intensity of a specimen image, and performs measurement.

Further, according to a second invention, there is provided an electron beam size measurement apparatus that generates a deflection signal for correcting a shape of a rectangular area of an electron beam to be scanned on a specimen that is changed to a trapezoidal shape due to inclination of the specimen.

[FUNCTIONS]

In the first invention, by inclining a specimen, the

signal intensity of a reflection electron, a secondary electron, an X ray and the like increases, and a signal to noise ratio of a pattern image on the specimen improves. As a consequence, the visibility of the pattern improves and it becomes easy to perform recognition of the edges of the pattern.

In the second invention, by correcting a deflection signal using a deflection signal generating circuit, an electron beam is irradiated correctly in a rectangular shape to the inclined specimen. As a consequence, measurement with higher precision can be performed.

[EMBODIMENTS]

In the following description, an embodiment of the present invention will be described with reference to the drawings.

In FIG. 1(a), the reference number '1' shows an electron beam source, '2' shows an electron beam focusing lens, '3' shows a coil or electrode for deflection, and '4' shows an electron beam. Further, the reference number '5' shows a specimen stage, '6' shows a semiconductor wafer mounted on specimen stage 5, '7' shows a mechanism that rotates the specimen stage, '8' shows signals of a reflection electron, a secondary electron, an X ray and the like that are generated by electron beam 4, '9' shows a detector of signals 7, '10' shows an amplifier of the signals detected by detector 8, and '11' shows a scanning signal generator used to deflect electron beam 4 with deflector 3 and scan the electron beam on specimen 6.

Further, in FIG. 1(b), the reference number '4' shows the electron beam incident on the specimen, '6' shows the inclined specimen, and '7' shows the signals of an reflection electron, a secondary electron, an X ray and the like that are generated by electron beam 4. Further, FIG. 1(c) is a view that shows an inclined pattern image that is obtained by two-dimensionally scanning the specimen, and in the drawing, the reference number '13' shows a scanning area, '14' shows a pattern line width, '15' shows a pattern, and '16' shows a pattern line width in another direction.

Next, an operation principle of the first invention will be described. A magnified view of a specimen section in FIG. 1(a) is FIG. 1(b), and it is well known that when the specimen in FIG. 1(b) is inclined and an inclination angle of the specimen is assumed to be θ , a signal amount increases with a ratio of $1/\cos\theta$ (e.g. refer to L. Reimer "Scanning Electron Microscopy", 1985 annual publication, P145, and the like), which has an effect of increasing the visibility of a pattern image. The pattern image obtained in this manner is an inclined image as shown in FIG. 1(c) and the image has higher contrast compared to the conventional image in FIG. 2(d). Then, of the pattern disposed in both an X direction and a Y direction like a semiconductor, a pattern width as shown by the reference number '14' in FIG. 1(c) can be measured in the conventional method, however, a pattern width shown by '16' cannot be measured correctly and, thus, such a

pattern width can be measured by rotating the specimen pattern an angle of 90 degrees or 270 degrees using stage rotation mechanism 17 in FIG. 1(a).

According to the embodiment of the first invention described above, there is the effect of increasing the visibility of the pattern image by inclining the specimen stage with respect to the electron beam. Further, of the pattern disposed in both an X direction and a Y direction like a semiconductor, a pattern width as shown by the reference number '14' in FIG. 1(c) can be measured also in the conventional method, and a pattern width shown by '16' can be measured by rotating the specimen pattern an angle of 90 degrees or 270 degrees using stage rotation mechanism 17 in FIG. 1(a), which makes it possible to measure the pattern on the specimen with good contrast.

Next, an embodiment of the second invention will be described with reference to FIGS. 1(d) to (f).

FIG. 1(d) is a view showing how a scanning area of an electron beam changes when inclining a specimen, FIG. 1(e) shows an example of a deflection signal generating circuit to correct the scanning area, and FIG. 1(f) is a view showing that the scanning area on an inclined plane that has been corrected by the foregoing deflection signal generating circuit correctly scans a rectangular area.

In FIG. 1(d), the reference number '20' shows an area that is scanned correctly in a rectangular shape in the case a specimen is located perpendicular to an

electron beam. The reference number '22' shows an inclination angle θ of the specimen, '21' shows a scanning area of the electron beam in the case the specimen is inclined at inclination angle θ , '23D' shows a working distance of deflection of the electron beam, and '24' shows a deflection working point. Further, in FIG. 1(e), the reference number '30' shows a rectangular scanning signal generating circuit, '31' shows a scanning area thereof, '35' shows a multiplier, '36' shows a divider, and '37' shows a scanning area having a corrected trapezoidal shape. Further, in FIG. 1(f), the reference number '20' shows a scanning area on a specimen perpendicular plane generated in the circuit as shown in FIG. 1(e), '21' shows an area that is scanned correctly in a rectangular shape on a specimen surface that is inclined at inclination angle θ , '23' shows a working distance of electron beam deflection, and '24' shows a deflection working point.

Next, an operation principle of the second invention will be described. In the first invention, the visibility of the pattern image can be improved by improving the signal intensity. However, as is shown in FIG. 1(c), since the image in the two-dimensional scanning area looks like a projected image, some parts cannot be measured correctly. This is because, as is shown in FIG. 1(d), an area having an inverted trapezoidal shape as shown by the reference number 21 is scanned on an inclined plane, in the case a deflection signal is

generated so that a rectangular area is correctly scanned when a specimen is located perpendicular to an electron beam. Accordingly, when the signal intensity is two-dimensionally displayed, a projection-like image is viewed.

Then, the result of correctly calculating a relation between a coordinate (X, Y) on the perpendicular plane and a coordinate (x, y) on the inclined plane that is projected on the inclined plane is as follows:

$$X = \frac{x}{1 + \frac{y}{D} \sin \theta}$$

$$Y = \frac{y \cdot \cos \theta}{1 + \frac{y}{D} \sin \theta} \quad \dots (1)$$

In this case, 'D' shows a working distance and 'θ' shows an inclination angle.

A point of (x, y) on the inclined plane can be scanned correctly in a rectangular shape, by giving a rectangular scanning signal to (x, y), and giving a deflection signal, which is corrected while calculating (X, Y) according to the equation (1), to the deflector. As the embodiment, the circuit in FIG. 1(e) is shown. Rectangular scanning signal generating circuit 30 gives a rectangular scanning signal to (x, y). This circuit may be a conventional deflection scanning circuit. After that, through a circuit 32 that calculates

$$1 + \frac{y}{D} \sin \theta$$

from data on a y signal, working distance D and inclination angle θ , and through a divider 36 that divides an x signal by

$$5 \quad 1 + \frac{y}{D} \sin \theta ,$$

an X signal is output. Also, after multiplying the y signal by $\cos \theta$ in a multiplier 35, and dividing it by

$$1 + \frac{y}{D} \sin \theta ,$$

10 a Y signal is output. In this manner, the signal for performing the scanning of a trapezoidal shape as shown by the reference number '37' is generated to the X and Y.

When a deflection signal of a trapezoidal shape in FIG. 1(e) is given to a perpendicular plane 20 with
 15 respect to an electron beam in FIG. 1(f), it can be seen that a scanning area having a rectangular shape is correctly formed on inclined plane 21. In this manner, by using the circuit in the embodiment as shown in FIG. 1(e) in the scanning signal generator shown by the reference
 20 number '10' in FIG. 1(a), the scanning on the inclined plane can be performed correctly in a rectangular shape, and the edges of a pattern can be displayed parallel when a pattern image is two-dimensionally displayed, and therefore the line widths can be correctly measured.

25 According to the embodiment of the second invention described above, even when a scanning area on the inclined plane is deformed due to inclination of a specimen, by using the circuit in the embodiment as shown

in FIG. 1(e) in the scanning signal generator shown by the reference number '10' in FIG. 1(a), a rectangular shape area scanning can correctly be performed with respect to the specimen on the inclined plane, and the edges of the two-dimensional pattern image can correctly be obtained parallel, which has the effect of performing measurement with high precision.

[EFFECT OF THE INVENTION]

As is described above, according to the first invention, since a specimen stage is inclined with respect to an electron beam and the stage can be rotated so that a pattern in a desired direction can be measured, there is the effect that the pattern on the specimen can be measured with good contrast and a desired pattern can be correctly measured.

Further, according to the second invention, since a scanning signal generating circuit that corrects a deformation of a scanning area on an inclined plane caused by inclining the specimen is arranged, there is the effect that a rectangular area scanning can correctly be performed with respect to the specimen on the inclined plane, and the edges of the two-dimensional pattern image can correctly be obtained parallel, which makes it possible to perform the measurement with high precision.

25

4. BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

FIG. 1(a) is a view showing an electron beam size measurement apparatus according to an embodiment of the

present invention;

FIG. 1(b) is a magnified view of a neighboring area of a specimen showing the effect;

FIG. 1(c) is a view showing a two-dimensional
5 pattern image obtained by inclining the specimen;

FIG. 1(d) is a view used to explain that a scanning area on an inclined plane is deformed by inclining the specimen;

FIG. 1(e) is a view showing a scanning signal
10 generating circuit that corrects the deformation of the scanning area on the inclined plane;

FIG. 1(f) is a view showing that the electron beam is corrected and scanned correctly in a rectangular shape on the inclined plane;

15 FIG. 2(a) is a view showing an electron beam size measurement apparatus according to a conventional example;

FIG. 2(b) is a magnified view of a neighboring area of a specimen used to show the principle;

20 FIG. 2(c) is a view showing an example of a one-dimensional signal; and

FIG. 2(d) is a view showing a two-dimensional pattern image in the conventional example.

[EXPLANATIONS OF REFERENCE NUMBERS]

- 25 1: Electron beam source
2: Electron beam focusing lens
3: Coil or electrode for deflection
4: Electron beam

- 5: Specimen stage
- 6: Specimen
- 7: Signal
- 8: Detector
- 5 9: Amplifier
- 10: Scanning signal generator
- 17: Stage rotation mechanism
- 13: Two-dimensional scanning area
- 14: Measurement line width
- 10 16: Another measurement width
- 15: Pattern

Incidentally, the same reference numbers in the drawings show the same or similar sections.

AMENDMENT (VOLUNTARY)

January 28, 1991

CLAIMS

- 5 1. An electron beam size measurement apparatus,
comprising:
 an electron beam optical system that comprises
 an electron beam source,
 a lens that focuses the electron beam, and
10 deflection means that deflects the focused
 electron beam;
 a specimen stage on which a specimen is mounted;
 scanning signal generating means that irradiates the
electron beam to a pattern on the specimen while two-
15 dimensionally scanning the electron beam; and
 means that detects a signal generated from the
pattern, whereby in the electron beam size measurement
apparatus that determines a pattern edge from the two-
dimensional pattern signal image and measures the pattern
20 size, wherein
 the specimen stage is inclined with respect to an
incident electron beam so that intensity of ~~a reflection~~
~~electron beam~~ signals that are generated from a secondary
electron, a reflection electron, an X ray and the like is
25 increased, and
 the specimen stage is arranged rotatable so that a
desired pattern on the specimen can be measured.

2. The electron beam size measurement apparatus of
Claim 1 wherein

the scanning signal generating means that gives a
scanning signal to the deflection means generates a
5 scanning signal that is expressed by

$$\left(\frac{x}{1 + \frac{y}{D} \sin \theta}, \frac{y \cos \theta}{1 + \frac{y}{D} \sin \theta} \right),$$

assuming that a coordinate on the inclined specimen is (x,
y), an inclination angle of the specimen is θ and a
10 deflection working distance is D, and makes the scanning
be performed in a rectangular shape on the inclined
specimen.

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-132909

⑬ Int. Cl.⁵

G 01 B 15/00
H 01 J 37/22
37/28

識別記号

B 8201-2F
9069-5E
Z 9069-5E

庁内整理番号

⑭ 公開 平成4年(1992)5月7日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全7頁)

⑮ 発明の名称 電子ビーム寸法測定装置

⑯ 特 願 平2-258369

⑰ 出 願 平2(1990)9月25日

⑱ 発 明 者 竹 内 晋 兵庫県伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機株式会社エル・エス・アイ研究所内

⑲ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

⑳ 代 理 人 弁理士 早瀬 憲一

明 細 書

1. 発明の名称

電子ビーム寸法測定装置

2. 特許請求の範囲

(1) 電子ビーム発生源と、この電子ビームを集束するレンズと、この集束した電子ビームを偏向する偏向手段とを備えた電子ビーム光学系と、

試料を載置する試料ステージと、

該試料上のパターンに電子線を二次元的に走査しながら照射する走査信号発生手段と、

上記パターンから発生する信号を検出する手段とを備え、

その二次元信号像よりパターンエッジを決定し、そのパターン寸法を測定するようにした電子ビーム寸法測定装置において、

上記試料ステージは入射する電子線に対し反射電子線の強度を強くするよう傾斜しており、

かつ上記試料ステージは、試料の所望のパターンを測定できるよう回転可能に設けられていることを特徴とする電子ビーム寸法測定装置。

(2) 上記偏向手段に対して走査信号を与える走査信号発生手段は、傾斜試料上の座標を(x, y)、試料傾斜角をθ、偏向作動距離をDとすると、

$$\left(\frac{x}{1 + \frac{y}{D} \sin \theta}, \frac{y \cos \theta}{1 + \frac{y}{D} \sin \theta} \right)$$

で表される走査信号を発生し、傾斜試料上に矩形走査せしめることを特徴とする請求項1記載の電子ビーム寸法測定装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は半導体ウェハ上に形成された微細パターンの線幅等を測長する電子ビーム寸法測定装置に関し、特にその高精度化に関するものである。

(従来の技術)

第2図(a)は、例えば、特公昭58-24726号公報等に表示された従来の電子ビーム寸法測定装置を示す模式図であり、図において1は電子ビーム発生源、2は電子ビーム集束レンズ、3は偏向コイル又は電極、4は電子ビームである。また、

5は試料ステージ、6は試料ステージ5に載置された試料、7は電子ビーム4により発生した反射電子、二次電子、X線等の信号、8は信号7の検出器、9は検出器8で検出された信号の増幅器である。10は電子ビーム4を偏向器3にて偏向し、試料6上に電子ビームを走査するための走査信号発生器である。

次に、第2図(b)~(d)において、この従来技術の動作原理について説明する。第2図(b)は試料6に電子ビーム4が入射している場面の断面を示す。試料6上に形成されたパターン11の線幅を測定するのに、電子ビーム4を12のように走査する。この時、発生する信号を走査信号に合わせて表示すると、第2図(c)のような波形が得られる。この波形信号(c)に対し、しきい値処理、最大傾斜処理などのエッジ検出処理を施すことによりパターンエッジを決めて線幅を決定する。この走査12をパターン上に二次元的に行い、信号7を二次元的に表示すると、第2図(d)のようにパターンをビーム入射方向から見たごとのパターン像15を走

査領域13内に見ることができる。この二次元パターン信号像から同様のエッジ検出処理を行って線幅14を決める。電子ビーム4の走査を一次元でなく、二次元で行っているのは、パターンのエッジに加工による凹凸がある場合、これらを平均した結果を得ることができるからであり、測長の再現精度が向上するからである。この二次元の走査信号は、第2図(a)の走査信号発生器10で発生されるべきものであるが、その走査する領域は第2図(d)の示す矩形領域13である。

(発明が解決しようとする課題)

従来装置は試料ステージ5が電子ビーム4の入射方向に対して垂直に位置しており、第2図(b)に示す測定すべきパターン11をビーム4の方向から見るため、第2図(d)に示すがごとくの像を得ることができ、測定すべきパターンを正しく測定できる利点がある。しかしながら、近年半導体ウェハに形成されるパターンが微細になるにつれて測定幅が小さくなり、高精度の測定精度が要求されるようになってきた。また、パターン幅だけでな

くパターン膜厚も薄くなる傾向にあり、信号強度も小さくなり特定精度を悪くする方向にある。このため、より以上の信号強度を要する必要があり、従来装置での測定が困難になってきた。

この発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、試料からの反射電子、二次電子、X線等の信号強度を高め、高精度な測長をすることができる電子ビーム寸法測定装置を得ることを目的とする。

さらに、この発明は傾斜した試料上に正しく矩形に電子ビームを照射することにより、さらに高精度な測長をすることができる電子ビーム寸法測定装置を得ることを目的とする。

(課題を解決するための手段)

第1の発明に係る電子ビーム寸法測定装置は、集束した電子ビームの入射軸に対し、試料を載置した試料ステージを傾斜させ、反射電子、二次電子、X線等の信号放出効率を高め、試料像の信号強度を高くして測長をするようにしたものである。

さらに、第2の発明は、試料が傾斜したこと

より、試料上に走査されるべき電子ビームの矩形領域が台形状に変化してしまうのを補正する偏向信号を発生するようにしたものである。

(作用)

この第1の発明においては、試料を傾斜させることにより、反射電子、二次電子、X線等の信号が高まり、試料上のパターン像の信号対雑音比が向上する。この結果、パターンの視認性が向上し、パターンエッジの認識が行い易くなる。

第2の発明においては偏向信号発生回路により、偏向信号を補正することで、傾斜した試料に対して正しく矩形に電子ビームを照射する。その結果、さらに高精度な測長を行うことができる。

(実施例)

以下、この発明の一実施例を図について説明する。

第1図(a)において、1は電子ビーム発生源、2は電子ビーム集束レンズ、3は偏向用コイル又は電極、4は電子ビームを示す。また、5は試料ステージ、6は試料ステージ5に載置された半導体

ウェハ、17は試料ステージを回転する機構、7は電子ビーム4により発生した反射電子、二次電子、X線等の信号、8は信号7の検出器、9は検出器8で検出された信号の増幅器、10は電子ビーム4を偏向器3にて偏向し試料6上に電子ビームを走査するための走査信号である。また、第1図(b)において、4は試料に入射する電子ビーム、6は傾斜した試料、7は電子ビーム4により発生した反射電子、二次電子、X線等の信号を示す。また、第1図(c)は試料を二次元的に走査して得た傾斜パターン像を示す図であり、図中13は走査領域、14はパターン線幅、15はパターン、16は別な方向のパターン線幅を示す。

次に、第1の発明の動作原理について説明する。第1図(a)の試料部分を拡大した図が第1図(b)であるが、第1図(b)の試料を傾けたことにより、試料の傾斜角を θ とすると、信号量は $1/\cos\theta$ の比で、大きくなることはよく知られており(例えば、L.Reimer "Scanning Electron Microscopy", 1985年刊 p.145等参照)、これはパターン像の

をよいコントラストで測長することができる効果がある。

次に第2の発明の一実施例を第1図(d)~(f)において説明する。

第1図(d)は試料傾斜した際の電子ビームの走査領域がどのように変化するかを示した図であり、第1図(e)はそれを補正する偏向信号発生回路の一例、第1図(f)は上記偏向信号発生回路により補正された傾斜面での走査領域が、正しく矩形領域を走査していることを示す図である。

第1図(d)において、20は試料が電子ビームに対して垂直に配置された場合に、正しく矩形形状に走査されている領域である。22は試料傾斜角 θ 、21は試料が傾斜角 θ で傾斜している場合の電子ビームの走査領域、23Dは電子ビームの偏向の作動距離、24は偏向作動点を示す。また、第1図(e)において、30は矩形走査信号発生回路、31はその走査領域、32は乗算器、36は除算器、37は補正された台形形状の走査領域を示す。又、第1図(f)において、20は第1図(e)のような回路

視認性を上げる効果がある。こうして得られたパターン像は第1図(c)のような傾斜した像になり、従来の第2図(d)に比し、よりコントラストのついたイメージになる。この上で、半導体のようにX、Y方向両方に配置されたパターンのうち、第1図(c)の14で示されたようなパターン幅は、従来方法で測長することができるが、16で示されたパターン幅は正しく測長することができないので、第1図17のステージ回転機構を用いて、試料パターンを 90° 又は 270° 回転させることにより測長することができる。

このような第1の発明の実施例によれば、試料ステージを電子ビームに対して傾斜させることにより、パターン像の視認性を上げる効果がある。また、この上で、半導体のようにX、Y方向両方に配置されたパターンのうち、第1図(c)の14で示されたようなパターン幅は、従来方法で測長も、16で示されたパターン幅は第1図17のステージ回転機構を用いて、試料パターンを 90° 又は 270° 回転させることにより試料上のパターン

で発生した試料垂直面での走査領域、21は22の傾斜角 θ で傾斜された試料面で正しく矩形に走査された領域、23は電子ビーム偏向の作動距離、24は偏向作動点を示す。

次に第2の発明の動作原理を説明する。第1の発明では、信号強度が向上してパターン像の視認性を向上することができたが、第1図(c)のように2次元走査領域での像は投影的にみえてしまい、測長する部分によっては正しく測長ができない。これは第1図(d)に示すように、電子ビームに対し垂直に試料を配置した際には正しく矩形を走査するように偏向信号を発生すれば、傾斜面では21のように逆台形形状の領域を走査することになる。それを二次元的に表示すれば、第1図(c)のように投影的な像が見えてしまう。

そこで第1図(d)において、垂直面上での座標(X、Y)と、傾斜面に投影された傾斜面上での座標(x、y)との関係を正しく計算すると、

$$X = \frac{x}{1 + \frac{y}{D} \sin \theta}$$

$$Y = \frac{y \cdot \cos \theta}{1 + \frac{y}{D} \sin \theta} \quad \dots (1)$$

であった。ここでDは作動距離を示し、 θ は傾斜角を示す。

傾斜面上の(x, y)の点を正しく矩形に走査するためには、(x, y)に矩形走査信号を与え、式(1)に従って(X, Y)を計算しつつ補正した偏向信号を与えれば可能である。その実施例として第1図(e)の回路を示す。30で矩形走査信号(x, y)を与える。これは従来の偏向走査回路でよい。その後、y信号と、作動距離D、傾斜角 θ のデータから、

$$1 + \frac{y}{D} \sin \theta$$

を計算する回路32を通し、x信号を

$$1 + \frac{y}{D} \sin \theta$$

で除する除算器36を通してX信号を出力する。又、y信号に $\cos \theta$ を乗算器35で乗して後、

ターン像のエッジを正しく平行にとることができる、高精度の測長ができる効果がある。

(発明の効果)

以上のように、第1の発明によれば試料ステージを電子ビームに対して傾斜させ、かつ所望の方向のパターンを測長できるようにステージを回転できるようにしたので、試料上のパターンをよいコントラストで測長することができ、所望パターンを正しく測長することができる効果がある。

さらに、第2の発明によれば試料を傾斜したことで生ずる傾斜面上での走査領域の変形を、補正するような走査信号発生回路を設けたので、傾斜面上での試料に対し、正しい矩形領域の走査をすることができ、二次元のパターン像のエッジを正しく平行にとることができる、高精度の測長ができる効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図(a)はこの発明の一実施例による電子ビーム寸法測定装置を示す図、第1図(b)はその効果を示す試料近傍の拡大図、第1図(c)は試料を傾斜し

$$1 + \frac{y}{D} \sin \theta$$

で除した後Y信号を出力する。こうすると、X、Yには37で示したような台形状の走査をする信号を発生する。

第1図(f)の電子ビームに対して垂直面20に第1図(e)の台形状の偏向信号を与えると、傾斜面21に正しく矩形形状の走査領域ができることがわかる。このように、第1図(a)において、10で示される走査信号発生器に第1図(e)で示すような実施例の回路を用いれば、傾斜面上の走査を、正しく矩形形状に行うことができ、二次元状にパターン像を表示すると、パターンのエッジが平行に表示でき正しく測長することができる。

このような第2の発明の実施例によれば、試料を傾斜したことで生ずる傾斜面上での走査領域の変形を、第1図(a)において、10で示される走査信号発生器に第1図(e)で示すような実施例の回路を用いることで、傾斜面上での試料に対し、正しい矩形領域の走査をすることができ、二次元のパ

たことによって得られる二次元パターン像を示す図、第1図(d)は試料を傾斜したことによって傾斜面での走査領域が変形することを説明する図、第1図(e)は傾斜面の走査領域の変形を補正する走査信号発生回路を示す図、第1図(f)は電子ビームが補正され正しく傾斜面に矩形走査されていることを示す図である。

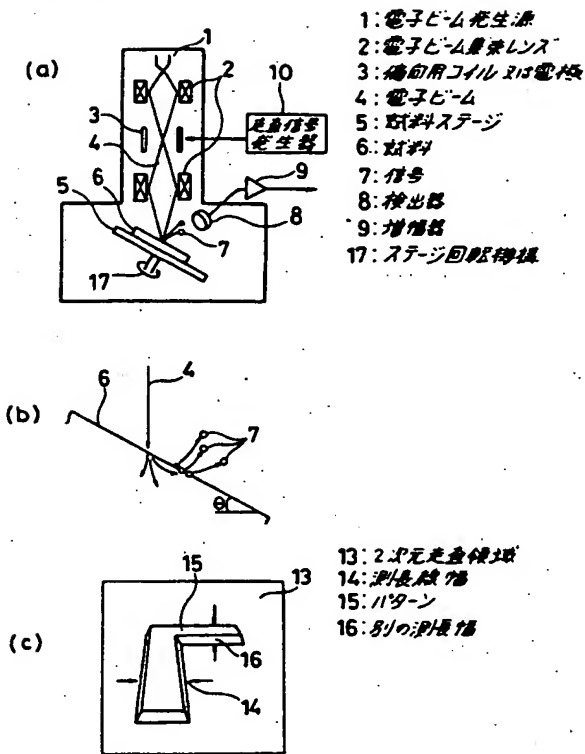
第2図(a)は従来例による電子ビーム寸法測定装置を示す図、第2図(b)はその原理を示すための試料近傍拡大図、第2図(c)は一次元信号例を示す図、第2図(d)は従来例での二次元パターン像を示す図である。

図中、1は電子ビーム発生源、2は電子ビーム集束レンズ、3は偏向用コイル又は電極、4は電子ビーム、5は試料ステージ、6は試料、7は信号、8は検出器、9は増幅器、10は走査信号発生器、17はステージ回転機構、13は二次元走査領域、14は測長線幅、16は別な測長幅、15はパターンを示す。

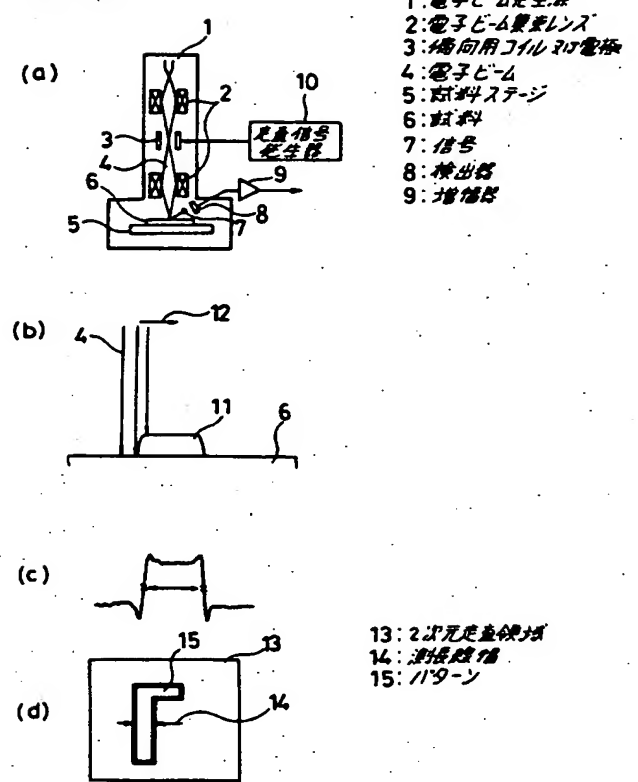
なお図中同一符号は同一又は相当部分を示す。

代理人 早 瀬 憲 一

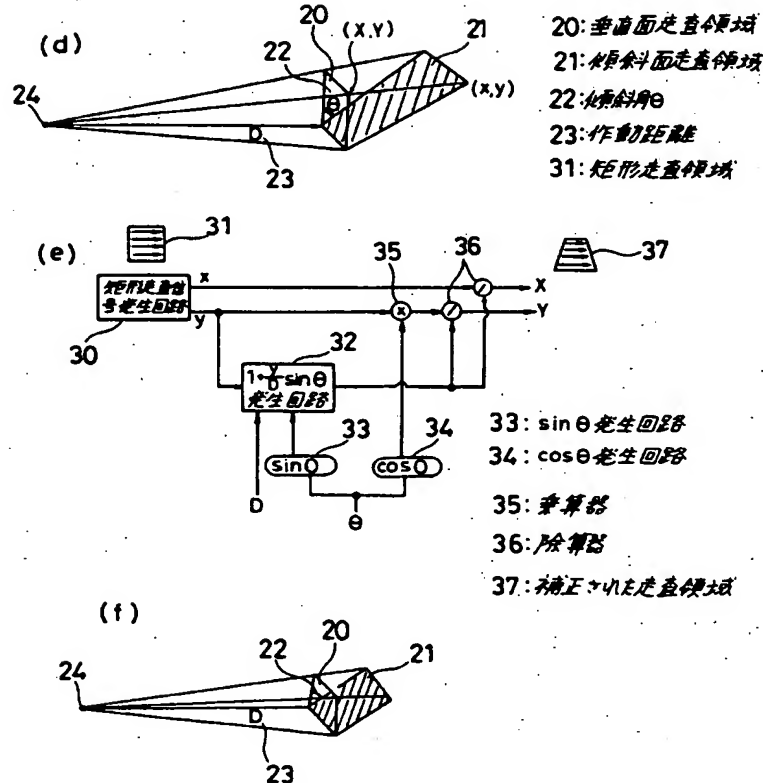
第 1 図



第 2 図



第 1 図



手続補正書(自発)

平成 3 年 1 月 9 日



特許庁長官 殿

1. 事件の表示

特願平2-258369号

2. 発明の名称

電子ビーム寸法測定装置

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住所 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

名称 (601)三菱電機株式会社

代表者 志岐守哉

4. 代理人 郵便番号 564

住所 大阪府吹田市江坂町1丁目23番43号

ファサード江坂ビル7階

氏名 (601)井理士 早瀬 憲一

電話 06-380-5822



特許請求の範囲

(1) 電子ビーム発生源と、この電子ビームを集束するレンズと、この集束した電子ビームを偏向する偏向手段とを備えた電子ビーム光学系と、

試料を載置する試料ステージと、

該試料上のパターンに電子線を二次元的に走査しながら照射する走査信号発生手段と、

上記パターンから発生する信号を検出する手段とを備え、

その二次元パターン信号像よりパターンエッジを決定し、そのパターン寸法を測定するようにした電子ビーム寸法測定装置において、

上記試料ステージは入射する電子線に対し、二次電子・反射電子・X線等の発生する信号強度を強くするよう傾斜しており、

かつ上記試料ステージは、試料の所望のパターンを測定できるよう回転可能に設けられていることを特徴とする電子ビーム寸法測定装置。

(2) 上記偏向手段に対して走査信号を与える走査信号発生手段は、傾斜試料上の座標を(x, y)、

5. 補正の対象

明細書の特許請求の範囲の欄、発明の詳細な説明の欄、及び図面(第1図(e))

6. 補正の内容

(1) 明細書の特許請求の範囲を別紙の通り訂正する。

(2) 明細書第5頁第2行の「特定精度」を「測定精度」に訂正する。

(3) 同第9頁第18行の「32は乗算器」を「32は $1 + \frac{y}{D} \sin \theta$ 発生回路、33は $\sin \theta$ 発生回路、34は $\cos \theta$ 発生回路、35は乗算器」に訂正する。

(4) 第1図(e)を別紙の通り訂正する。

以上

試料傾斜角を θ 、偏向作動距離をDとすると、

$$\left(\frac{x}{1 + \frac{y}{D} \sin \theta}, \frac{y \cos \theta}{1 + \frac{y}{D} \sin \theta} \right)$$

で表される走査信号を発生し、傾斜試料上に矩形走査せしめることを特徴とする請求項1記載の電子ビーム寸法測定装置。

第 1 圖

